

PENGARUH BANGUNAN TERHADAP PERKEMBANGAN GUMUK PASIR PARANGTRITIS

Fajar Sugiarto
sugiartototok838@gmail.com

Sunarto
sunartogeo@gmail.com

Abstract

This research was conducted in Parangtritis sand dunes area. The objectives of this research are to identify of effect of buildings towards wind direction and wind speed, to compare between weight of sand and it grain size characteristic in the free area and in the area affected by buildings, and to compare between spatial distribution of sand that affected by buildings in the support zone and restricted zone. This research used quantitative method. The research results are buildings affected of deviation of wind direction and reduction of wind speed, weight of sand in the free area is greater than in the area affected by buildings, weight of sand distribution that affected by buildings in the support zone is greater than in the restricted zone.

Keywords: building, Parangtritis, sand, sand dunes, wind.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di kawasan gumuk pasir Parangtritis. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh bangunan terhadap arah angin dan kecepatan angin, memperbandingkan berat pasir dan granulometri pasir di lokasi bebas hambatan (tenggar) dengan di lokasi terpengaruh bangunan, dan memperbandingkan distribusi keruangan pasir yang tertahan oleh bangunan di zona pendukung dan zona terbatas. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bangunan berpengaruh terhadap penyimpangan arah angin dan reduksi kecepatan angin, berat material pasir pada wilayah tenggar jauh lebih besar dibandingkan berat material pasir yang terpengaruh oleh bangunan, distribusi berat material pasir yang tertahan bangunan pada zona pendukung lebih besar dibandingkan pada zona terbatas.

Kata kunci: angin, bangunan, gumuk pasir, Parangtritis, pasir.

PENDAHULUAN

Gumuk pasir secara sederhana diartikan sebagai bukit (*hill*) atau igir (*ridge*) akibat gundukan pasir oleh proses angin (Pye and Tsoar, 2009). Tenaga utama pembentuk gumuk pasir adalah angin. Terdapat tiga tipe gerakan pasir oleh angin dalam pembentukan gumuk pasir, yaitu : merayap (*creep*), meloncat (*saltation*), dan melayang (*suspension*) (Pye and Tsoar, 2009 : Sunarto dkk, 2014).

Gumuk pasir pada umumnya dijumpai di wilayah beriklim gurun (Pye and Tsoar, 2009). Tenaga utama pembentuk gumuk pasir adalah angin. Gumuk pasir di wilayah pesisir Parangtritis terletak di wilayah beriklim tropis basah merupakan fenomena fisik lingkungan yang langka dengan tipe barkhan atau bulan sabit (Verstappen, 2013 : Sunarto, 2014). Hal menarik adalah bahwa keberadaan gumuk pasir barkhan Parangtritis merupakan satu-satunya tipe gumuk pasir di Asia Tenggara (Simoen, 1996). Sunarto dkk (2014) menyebutkan bahwa di Parangtritis selain gumuk pasir tipe barkhan, terdapat empat tipe gumuk pasir, yaitu : barkhan, barkhanoid, transversal, dan nebkha.

Gumuk pasir dan kawasan pesisir Parangtritis menjadi daya tarik wisatawan karena keindahan dan kemudahan aksesibilitas (Torrido, 2012). Wisata pantai dan seluncur pasir (*sand boarding*) menjadi daya tarik utama yang sesuai dengan kondisi fisik pesisir dan gumuk pasir Parangtritis (Pemb. Bantul, 2015). Berkembangnya pariwisata di kawasan pesisir Parangtritis berakibat pada

peningkatan pertumbuhan ekonomi masyarakat setempat dan investor yang menanamkan modal (Triyono, 2009). Pariwisata yang berkembang pesat dengan diikuti pembangunan bangunan di kawasan gumuk pasir Parangtritis diduga kuat menjadi salah satu penyebab hilangnya tipe gumuk pasir barkhan Parangtritis yang pernah ada. Adanya penghalang angin menjadi salah satu faktor pembentuk gumuk pasir (Pye and Tsoar, 2009 ; Sunarto, 2014). Bangunan merupakan salah satu wujud penghalang angin.

Bangunan yang berkembang di kawasan gumuk pasir Parangtritis terus mengalami peningkatan. Hasil penelitian Fakhruddin, dkk (2010) menunjukkan bahwa dari tahun 1972 hingga 2010 luas gumuk pasir Parangtritis-Parangkusumo mengalami penurunan dari 393,755 ha menjadi 173,508 ha. Sujatmiko (2009) menunjukkan peningkatan bangunan losmen dan hotel yang semula 156 unit pada tahun 2000 menjadi 182 unit pada tahun 2006 atau meningkat 16,67 %. Peningkatan jumlah bangunan didukung oleh aksesibilitas berupa pembangunan jalan Parangtritis - Depok. Keberadaan jalan pendukung ini menjadi penyebab berkembangnya bangunan di kawasan gumuk pasir Parangtritis.

Batasan istilah bangunan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah hasil konstruksi teknis yang dibangun pada daratan (UU No. 12 Tahun 1985), mencakup rumah, dapur, bangunan umum (bangunan pasar dan tempat ibadah), dan kandang ternak. Tujuan penelitian ini adalah : 1.) mengidentifikasi pengaruh bangunan

di kawasan gumuk pasir Parangtritis terhadap arah angin dan kecepatan angin (karakteristik angin), 2.) memperbandingkan berat pasir dan granulometri pasir di lokasi tenggar dengan di lokasi terpengaruh bangunan di kawasan gumuk pasir Parangtritis, 3.) Memperbandingkan distribusi keruangan pasir yang tertahan oleh bangunan di zona pendukung dan zona terbatas gumuk pasir Parangtritis.

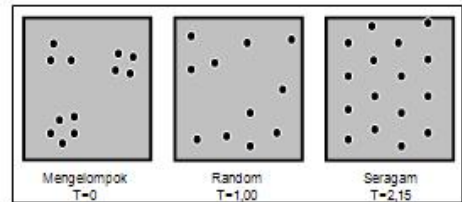
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Pendekatan keruangan digunakan dalam analisis pembahasan. Populasi penelitian adalah jumlah bangunan di kawasan gumuk pasir Parangtritis. Sampel yang digunakan sebanyak 30 dengan teknik pengambilan sampel secara purposif. Pertimbangan utama yang digunakan adalah seminimal mungkin hambatan terhadap angin kecuali bangunan. Pengumpulan data dilakukan melalui interpretasi foto udara, survei lapangan dan analisis laboratorium. Data yang diperoleh mencakup jumlah material pasir yang terperangkap *sandtrap*, arah angin, kecepatan angin, letak bangunan, dan ukuran bangunan. Analisis laboratorium dilakukan untuk analisis granulometri.

Pengolahan data menggunakan analisis tetangga terdekat dan analisis granulometri. Hasil interpretasi analisis tetangga terdekat dibagi menjadi tiga kelas yaitu:

1. Pola *Clustered* (mengelompok)
2. Pola *Random* (tersebar tidak merata atau acak)

3. Pola *Uniform* (tersebar merata atau seragam).



Gambar 1. Ilustrasi Pola Persebaran Bangunan

(Sumber : Bintarto dan Hadisumarno, 1991)

Analisis tetangga terdekat dalam penelitian ini dilakukan dengan aplikasi ArcGIS 10.1 dengan hasil dan interpretasi secara otomatis oleh *software* dengan operasi *nearest neighbor analysis*.

Data berat pasir dan diameter butir pasir rata-rata diketahui dengan analisis granulometri. Analisis granulometri dilakukan untuk mencari nilai phi (ϕ). Nilai phi ditentukan dengan menggunakan rumus 1 (Krumbein, 1934 dalam Pye and Tsoar, 2009).

$$\phi = -2 \log d \text{ atau } d = 2^{-\phi} \text{ ----- (1)}$$

dengan catatan

d : diameter butir

Kemudian ditentukan berbagai nilai phi yang meliputi nilai diameter pasir rata-rata (M_ϕ), nilai tengah (Md_ϕ), standar deviasi (δ_ϕ), kemencengan atau *skewness* (α_ϕ), dan keruncingan atau *kurtosis* (β_ϕ). Standar deviasi digunakan untuk menentukan sortasi / kelas pemilahan material. Nilai kemencengan dan keruncingan digunakan untuk

mengetahui kecenderungan distribusi ukuran butir material sedimen (Folk and Ward, 1957 dalam Pye and Tsoar, 2009).

Analisis data menggunakan uji korelasi dan regresi. Uji korelasi yang digunakan adalah korelasi ganda tiga variabel. Uji regresi yang digunakan adalah regresi ganda tiga prediktor. Tingkat signifikansi yang digunakan sebesar 5%.

Persamaan rumus 2 digunakan dalam korelasi ganda tiga variabel (Sugiyono, 2007).

$$R_{Y(1,2,3)} = \frac{b_1 \Sigma X_1 Y + b_2 \Sigma X_2 Y + b_3 \Sigma X_3 Y}{\Sigma Y^2} \text{ ---- (2)}$$

dengan keterangan :

$R_{Y(1,2,3)}$: Nilai korelasi ganda tiga variabel

X_1 : Variabel independen-1

X_2 : Variabel independen-2

X_3 : Variabel independen-3

Y : Variabel dependen

b_1 : Koefisien variabel independen-1

b_2 : Koefisien variabel independen-2

b_3 : Koefisien variabel independen-3

Koefisien variabel independen diperoleh dari perhitungan regresi ganda tiga prediktor. Uji signifikansi korelasi ganda tiga variabel menggunakan uji F. Berikut rumus 3 digunakan untuk uji F (Sugiyono, 2007).

$$F = \frac{R^2(N-m-1)}{m(1-R^2)} \text{ ----- (3)}$$

dengan keterangan :

F : Nilai uji F

N : Jumlah sampel

m : Jumlah variabel independen

R : Nilai uji korelasi ganda

Persamaan rumus 4 digunakan untuk regresi ganda tiga prediktor (Sugiyono, 2007)

$$Y = a \pm b_1 X_1 \pm b_2 X_2 \pm b_3 X_3 \text{ --- (4)}$$

dengan keterangan :

Y : Variabel dependen

a : Koefisien regresi

b_1 : Koefisien variabel independen-1

b_2 : Koefisien variabel independen-2

b_3 : Koefisien variabel independen-3

X_1 : Variabel independen-1

X_2 : Variabel independen-2

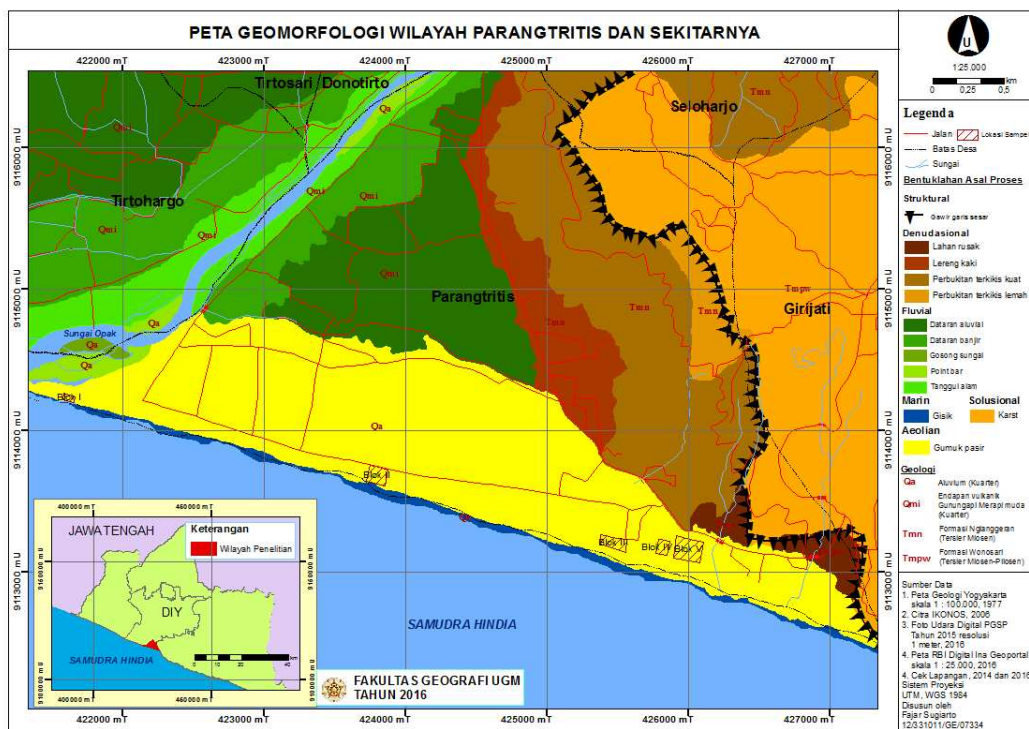
X_3 : Variabel independen-3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geomorfologi Wilayah Parangtritis

Geomorfologi Parangtritis dan sekitarnya terdiri atas beragam bentuklahan, mencakup bentuklahan asal proses : vulkanik, struktural, fluvial, marin, aeolian, denudasional, dan antropogenik. Fokus penelitian terletak pada bentuklahan asal proses angina (aeolian) berupa gumuk pasir, dengan tipe khas bulan sabit (barkhan).

Gumuk pasir barkhan dapat terbentuk tidak lepas dari susunan keruangan berbagai bentuklahan di sekitarnya. Perbukitan garis gawir sesar di sisi timur wilayah kepesisiran Parangtritis membentuk lorong angin alami. Lorong angin alami berperan dalam pembentukan tipe gumuk pasir barkhan di Parangtritis (Sunarto, 2014). Peta geomorfologi wilayah Parangtritis dan sekitarnya pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Peta Geomorfologi Wilayah Parangtritis dan Sekitarnya
(Sumber : Hasil Analisis, 2016)

Pola Persebaran Bangunan

Persebaran bangunan di kawasan gumuk pasir Parangtritis membentuk pola. Pola persebaran bangunan terbagi di tiga zona di kawasan gumuk pasir Parangtritis. Zona di kawasan gumuk pasir Parangtritis terdiri atas zona inti, zona pendukung, dan zona terbatas. Ketiga zona memiliki pola persebaran mengelompok. Pola persebaran bangunan mengelompok memberikan makna bahwa rasio jumlah bangunan terhadap jarak antar bangunan dalam satu kelompok adalah dekat. Berikut hasil analisis tetangga terdekat dari

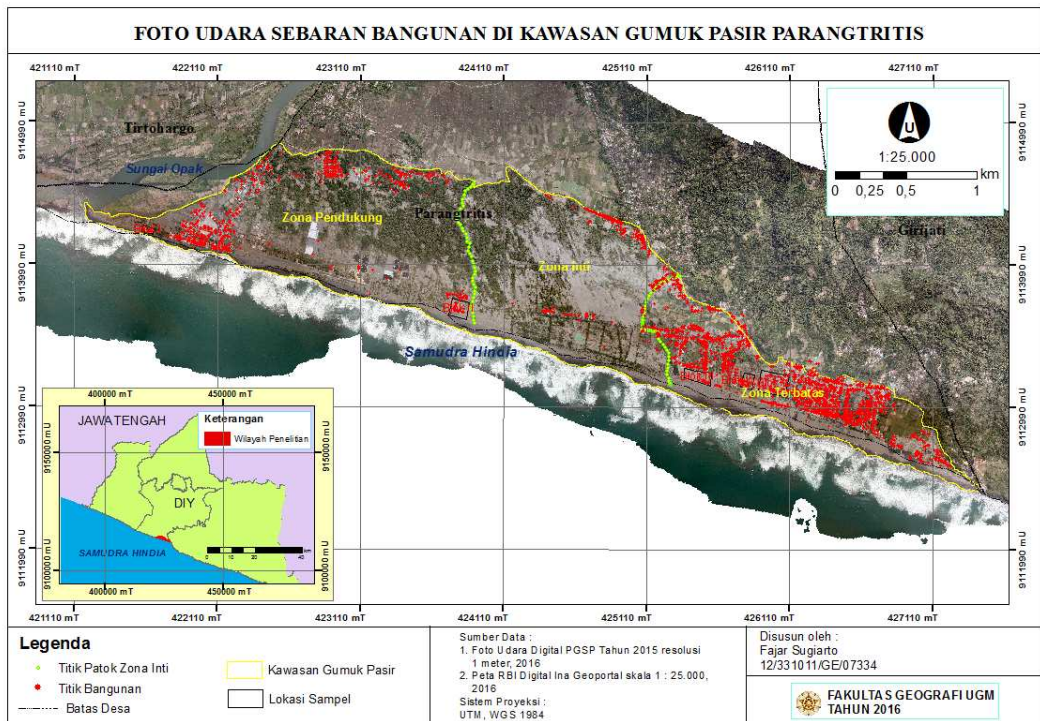
persebaran bangunan ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Pola Persebaran Bangunan di Kawasan Gumuk Pasir Parangtritis

Zona	Koefisien		Pola
	Euklidia n	Man- hattan	
Pendukung	-24,26	-19,07	Mengelompok (clustered)
Inti	-19,95	-17,95	Mengelompok (clustered)
Terbatas	-15,55	-2,38	Mengelompok (clustered)

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Persebaran bangunan ditunjukkan **Gambar 2**.



Gambar 2. Foto Udara Sebaran Bangunan di Kawasan Gumuk Pasir Parangtritis (Sumber : Hasil Analisis, 2016)

Hasil pengukuran lapangan menunjukkan terjadi perbedaan arah angin antara wilayah bebas hambatan (*tenggar*) dengan di belakang bangunan. Perbedaan arah angin ini menunjukkan adanya penyimpangan arah angin. Penyimpangan arah angin bernilai positif memiliki arti bahwa besar penyimpangan arah angin dari wilayah tenggar menuju arah 360° atau menuju arah utara searah jarum jam. Penyimpangan arah angin bernilai negatif memiliki arti bahwa

besar penyimpangan arah angin dari wilayah tenggar menuju arah 360° atau menuju arah utara berlawanan arah jarum jam. Pada zona pendukung dan pada zona terbatas, rata-rata penyimpangan arah angin yang melewati bangunan menuju arah utara. Besar penyimpangan rata-rata pada zona pendukung adalah 21,58° dan pada zona terbatas sebesar 19,33°. Hasil pengukuran dan analisis terhadap topik kajian ditunjukkan **Gambar 3**.

Keterangan	Sampel	Lebar Bangunan	Panjang Bangunan	Tinggi Bangunan	Berat Total Rata-Rata Pasir Terbatas (g/jam/cm ²)	Resultant Vector (°)		Penyimpangan Arah Angin (°)	Rata-Rata Penyimpangan (°)	Arah Angin	Kecepatan Angin (m/s)		Reduksi Kecepatan Angin (m/s)	Rata-Rata Reduksi		Diameter Butir Pasir Rata-Rata (mm)			Kelas Sortasi Rata-Rata
		(X ₁)	(X ₂)	(X ₃)	(Y)	Tiap Sampel	Tenggar				Tiap Sampel	Tenggar		(m/s)	(%)	Merayap	Me-loncat	Me-layang	
Zona Pendukung	1	11,42	11	4,9	0,4467	350		37		Menuju Utara	0,6		2,6			0,399	0,18	0,085	Sedang
	2	16	7	4,07	0,4463	351		38			0,6		2,6			0,425	0,189	0,062	Sedang
	3	3,2	5,85	3,5	0,4512	359		46			0,4		2,8			0,253	0,253	0	Sedang
	4	5,9	13,2	3,5	0,4433	345		32			0,6		2,6			0,404	0,173	0,055	Sedang
	5	5	9,2	4,38	0,4481	336		23			0,5		2,7			0,383	0,21	0,05	Sedang
	6	4,9	8,4	3,5	0,4399	333		20			0,7		2,5			0,374	0,195	0,054	Sedang
	7	2,95	9,9	3	0,4419	331	313	18	21,58		1,1	3,2	2,1	2,5	77,08	0,417	0,187	0,058	Sedang
	8	5	10,8	3,5	0,4472	335		22			0,6		2,6			0,415	0,181	0,026	Sedang
	9	5	10,7	3,5	0,4457	318		5			0,9		2,3			0,42	0,183	0,038	Sedang
	16	4,2	6,5	1,5	0,4445	320		7			1,1		2,1			0,402	0,205	0,054	Sedang
	17	2,16	5,8	5,2	0,4483	3		-3			0,7		2,5			0,173	0,21	0,082	Sedang
	18	6,25	9,2	5,3	0,4478	327		14			1		2,2			0,184	0,209	0,074	Sedang
	10	4	10	3,2	1,6714	312		0			1,1		2,7			0,437	0,131	0,088	Sedang
	11	4,71	3,2	2,4	1,6838	323		11			1		2,8			0,42	0,178	0,086	Sedang
	12	3,5	6,28	3	1,6865	354		42			1		2,8			0,414	0,177	0,077	Sedang
	13	5,02	5,5	3,75	1,6373	321		9			1,5		2,3			0,286	0,187	0,062	Sedang
	14	3,14	8,16	3,3	1,6676	320		8			1,6		2,2			0,408	0,148	0,049	Jelek
	15	3,61	6,59	3,26	1,6773	329		17			1,6		2,2			0,394	0,153	0,062	Sedang
Zona Terbatas	19	5,25	5,5	3,78	1,6875	352		40		Menuju Utara	1,1		2,7			0,388	0,061	0,065	Sedang
	20	10,5	22,9	3,61	1,6863	3		-3			0,8		3			0,364	0,173	0,075	Sedang
	21	7	8	3,5	1,6851	358		46			1,2		2,6			0,207	0,16	0,061	Sedang
	22	6,3	6,2	2	1,6874	354	312	42	19,33		0,9	3,8	2,9	2,6	69,15	0,359	0,183	0,062	Sedang
	23	15	20	3,65	1,6889	348		36			1		2,8			0,366	0,159	0,061	Sedang
	24	46,94	2	2	1,6867	348		36			0,7		3,1			0,379	0,158	0,058	Sedang
	25	13,2	13,2	6,01	1,6825	333		21			1,3		2,5			0,335	0,155	0,02	Sedang
	26	1,5	6,86	2,8	1,6458	317		5			1,1		2,7			0,382	0,181	0,037	Sedang
	27	6,66	10,66	4,8	1,5262	314		2			1,4		2,4			0,39	0,156	0,042	Sedang
	28	5,86	6,07	3,91	1,6641	338		26			1,1		2,7			0,359	0,152	0,058	Sedang
	29	5,15	19,6	3,08	1,6075	331		19			1		2,8			0,378	0,168	0,051	Sedang
	30	5,6	21,5	3,27	1,6696	303		-9			1,7		2,1			0,302	0,163	0,033	Sedang
Berat pasir terperangkap sandtrap wilayah tenggar zona pendukung					0,4549											0,422	0,207	0,087	Sedang
Berat pasir terperangkap sandtrap wilayah tenggar zona terbatas					1,6946											0,539	0,184	0,086	Sedang

Sumber : Hasil Pengukuran dan Analisis Data, 2016

Gambar 3. Hasil Pengukuran dan Analisis Data
(Sumber : Hasil Analisis, 2016)

Pengaruh Bangunan terhadap Kecepatan Angin

Karakteristik angin di kawasan gumuk pasir Parangtritis memiliki ciri khas. Ciri khas yang dimaksud adalah adanya perbukitan gawir garis sesar pada sisi timur menyebabkan adanya lorong angin alami di sebelah baratnya dan wilayah lorong angin juga terbatas (Sunarto, 2014). Pengaruh bangunan terhadap penurunan atau reduksi kecepatan angin di kawasan gumuk pasir Parangtritis ditunjukkan pada hasil korelasi ganda tiga variabel dan uji regresi tiga prediktor. Karakteristik bangunan yang digunakan adalah lebar

bangunan (X_1), panjang bangunan (X_2), dan tinggi bangunan (X_3).

Hasil uji korelasi ganda tiga variabel dengan tingkat signifikansi 5% menunjukkan nilai $r = 0,960$; $F_{hitung} = 102,38$; $F_{tabel} = 2,98$. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan positif antara bangunan dengan reduksi kecepatan angin. Karena F_{hitung} lebih besar daripada F_{tabel} , maka koefisien korelasi yang diuji dapat diterapkan ke populasi. Nilai $r = 0,960$ menunjukkan bahwa tingkat hubungan sangat kuat.

Hasil uji regresi tiga prediktor menghasilkan persamaan $Y = 0,110 + 0,025 X_1 + 0,036 X_2 + 0,536 X_3$.

Persamaan regresi ini dapat dimaknai bahwa semakin tinggi nilai dari : lebar bangunan, panjang bangunan, dan tinggi bangunan akan semakin besar dalam mereduksi kecepatan angin dan sebaliknya.

Pengaruh Bangunan terhadap Berat Material Pasir

Hasil uji korelasi ganda tiga variabel dengan tingkat signifikansi 5% menunjukkan nilai $r = 0,108$; $F_{hitung} = 0,103$; $F_{tabel} = 2,98$. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan positif antara bangunan dengan berat material pasir yang tertahan bangunan. Karena F_{hitung} lebih kecil daripada F_{tabel} maka koefisien korelasi yang diuji tidak dapat diterapkan ke populasi, melainkan hanya dapat diterapkan pada wilayah sampel. Hal ini diduga karena lokasi pengambilan sampel terdapat pengaruh lainnya, seperti pengerasan permukaan tanah (penggunaan lahan) dan aktivitas sosial ekonomi masyarakat setempat.

Nilai $r = 0,108$ menunjukkan bahwa tingkat hubungan sangat rendah. Hasil uji regresi tiga prediktor menghasilkan persamaan $Y = 0,755 + 0,004 X_1 + 0,006 X_2 + 0,092 X_3$. Persamaan regresi ini dapat dimaknai bahwa semakin tinggi nilai dari : lebar bangunan, panjang bangunan, dan tinggi bangunan akan semakin besar dalam menahan material pasir dan sebaliknya.

Pengaruh Bangunan terhadap Diameter Butir Material Pasir

Hasil uji korelasi ganda tiga variabel dengan tingkat signifikansi

5% untuk setiap tipe gerakan ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi Ganda Tiga Variabel antara Karakteristik Bangunan terhadap Selisih Diameter Butir

Tipe Gerakan	Koefisien Korelasi (r)	F _{hitung}	F _{tabel} (5%)
Merayap	0,171	0,262	2,98
Meloncat	0,649	6,313	
Melayang	0,004	0,0002	

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Nilai r menunjukkan terdapat korelasi positif antara selisih diameter butir material pasir dengan karakteristik bangunan. Korelasi positif bermakna bahwa semakin besar ukuran bangunan maka diameter butir material pasir yang lolos akan semakin kecil atau memiliki selisih lebih besar dari wilayah *tenggar*. Nilai F_{hitung} untuk tipe gerakan meloncat lebih besar dari F_{tabel} , sehingga tingkat signifikansi dapat diberlakukan ke populasi. Nilai F_{hitung} untuk tipe gerakan merayap dan melayang lebih kecil dari F_{tabel} , sehingga tingkat signifikansi tidak dapat diberlakukan ke populasi. Persamaan regresi tiga prediktor ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Persamaan Regresi Tiga Prediktor antara Karakteristik Bangunan terhadap Persamaan Regresi

Hasil persamaan regresi menunjukkan bahwa tipe merayap

mengalami penurunan ukuran akibat pengaruh bangunan. Pada tipe meloncat terdapat hubungan negatif yang ditunjukkan oleh nilai koefisien regresi. Hal ini menunjukkan bahwa pada tipe meloncat ada pengaruh bangunan terhadap semakin kecilnya diameter butir material pasir, tetapi terbatas pada ukuran bangunan yang tidak melebihi nilai koefisien regresi. Pada tipe melayang menunjukkan bahwa bangunan tidak berpengaruh terhadap selisih diameter butir material pasir. Kondisi pada tipe ini diduga akibat pengaruh turbulensi angin (Gao *et.al.*, 2012 ; Razak *et.al.*, 2013) atau kondisi lapangan yang tidak ideal mengingat faktor antropogenik intensif di wilayah penelitian.

Diameter pasir yang terperangkap di belakang bangunan memiliki ukuran diameter beragam. Keberagaman diameter dikarenakan sortasi rata-rata material pasir pada lokasi pengukuran adalah sedang. Diameter butir material pasir yang tertangkap *sandtrap* terdiri atas kelas pasir sedang, pasir halus, pasir sangat halus, dan debu. Kemencengan dan keruncingan diameter material pasir memiliki kecenderungan arah pada kelas pasir sedang.

KESIMPULAN

Bangunan di kawasan gumuk pasir Parangtritis berpengaruh terhadap penyimpangan arah angin

dan reduksi kecepatan angin. Penyimpangan arah angin pada zona pendukung dan zona terbatas memiliki kecenderungan dibelokkan menuju arah utara. Reduksi kecepatan angin pada zona pendukung rata-rata berkisar 77,08 % dan pada zona terbatas sebesar 69,15 %.

Berat material pasir pada wilayah *tenggar* jauh lebih besar dibandingkan berat material pasir yang terpengaruh bangunan. Pada zona pendukung berat total rata-rata material pasir yang tertahan bangunan berkisar 0,4459 gr/jam/cm² atau 98,73 % dan pada zona terbatas berkisar 1,6634 gr/jam/cm² atau 98,34 %. Granulometri butir material pasir meliputi sortasi butir material pasir pada kedua zona memiliki kelas sortasi sedang dan ukuran diameter butir pasir pada kedua zona terdiri atas kelas pasir sedang, pasir halus, pasir sangat halus, dan debu. Dominasi ukuran diameter butir material pasir pada kedua zona adalah kelas pasir sedang.

Distribusi berat material pasir yang tertahan bangunan pada zona pendukung lebih besar dibandingkan pada zona terbatas. Pada zona pendukung rata-rata kecepatan angin lebih lemah dibandingkan pada zona terbatas. Perbedaan diakibatkan adanya lorong angin alami pada zona terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

Bintarto, R. (1991). *Metode Analisa Geografi*. Jakarta: LP3ES.

Fakhruddin, M., Aris Poniman., dan Malikusworo, H. (2010). *Dinamika Pemanfaatan Lahan Bentang Alam Gumuk Pasir Pantai Parangtritis*,

Kabupaten Bantul. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, Vol.16, No.2 (hal : 43-60).

Gao, Y., Yao, R., Li, B., Turkbeyler, E., Luo, Q., & Short, A. (2012). Fields Studies on the Effect of Built Forms on Urban Wind Environments. Elsevier : *Renewable Energy* 46, (pp. 148-154).

Pye, K and Tsoar, H. (2009). *Aeolian Sand and Sand Dunes*. Berlin : Springer.

Razak, A.A., Hagishima, A., Ikegaya, N., and Tanimoto, J. (2013). Analysis of Airflow over Building Arrays for Assessment of Urban Wind Environment. Elsevier : *Journal of Building and Environment* No. 59, (pp. 56-65).

Simoen, S. (1996). *Pengenalan Bentanglahan Parangtritis-Bali*. Yogyakarta : Yayasan Pembina Fakultas Geografi UGM.

Sugiyono. (2007). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.

Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung : Alfabeta.

Sujatmiko, A. (2009). Kajian Pengelolaan Airtanah di Kawasan Pariwisata Parangtritis Kabupaten Bantul Yogyakarta. *Tesis*. Semarang : Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro.

Sunarto. (2014). Geomorfologi dan Kontribusinya dalam Pelestarian Pesisir Bergumuk Pasir Aeolian dari Ancaman Bencana Agrogenik dan Urbanogenik. *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Geografi UGM*.

Sunarto., Marfai, M.A., dan Mardiatno, D. (2014). *Penaksiran Multirisiko Bencana di Wilayah Kepesisiran Parangtritis*. Yogyakarta : UGM Press.

Torrido, A. (2012). Pengembangan Industri Pariwisata Parangtritis. *Sosiologi Reflektif*, Vol. 7, No.1 (hal .1-33).

Triyono, (2009). Tinjauan Geografis “Litoralisasi” di Kawasan Pesisir Selatan Yogyakarta. *Forum Geografi* Vol. 23, No. 1 (hal.1-10).

Verstappen, H.Th. (2013). *Garis Besar Geomorfologi Indonesia*. (Diterjemahkan oleh Sutikno). Yogyakarta : UGM Press.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 1985 tentang Pajak Bumi dan Bangunan, LNRI Tahun 1985 No.68. Jakarta : Sekretariat Negara Republik Indonesia.